

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-203884

(43)Date of publication of application : 05.08.1997

(51)Int.Cl.

G02F 1/13  
G02B 5/02  
G02F 1/133  
G02F 1/1333  
G02F 1/1343  
G03B 33/12

(21)Application number : 08-012708

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 29.01.1996

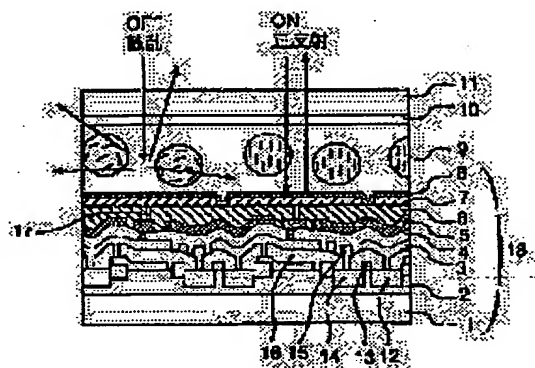
(72)Inventor : HIROTA SHOICHI  
SATO HIDEO  
TAKEMOTO KAYAO  
SAITO TOSHIO

## (54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a reflection type liquid crystal display element which prevents the electric capacity of an active element from decreasing owing to a light leak and also prevents the light reflection rate from decreasing owing to the corrosion of a pixel electrode.

**SOLUTION:** The reflection type liquid crystal display element, equipped with an active matrix element 18, plural mutually separated reflecting pixel electrodes 7, a liquid crystal layer 9, and a counter transparent substrate 11 which has a transparent electrode 10 on its internal surface, is provided with a single-layer dielectric film 8 between the reflecting pixel electrode 7 and liquid crystal layer 9. The film thickness (d) of the single-layer dielectric film 8 is determined according to the optical constant of the material of the reflecting pixel electrode 7 and the optical constant and specific visual sensitivity of the dielectric film 8. Deterioration such as the corrosion of the pixel electrode 7 can be prevented without spoiling the reflection factor of the reflecting pixel electrode 7. The single-layer dielectric film 8 is simple in structure and the liquid crystal display element can easily be manufactured at a low price. The film thickness (d) of the dielectric film 8 is much less than the thickness of the liquid crystal layer 9, and the drop in driving voltage to the liquid crystal layer 9 due to the capacity partial charging of the dielectric film 8 is small.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.10.1998

[Date of sending the examiner's decision of

14.11.2000

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3191085

[Date of registration] 25.05.2001

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection] 2000-19700

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection] 13.12.2000

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

priority  
10/24/2006

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-203884

(43) 公開日 平成9年(1997) 8月5日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/13	5 0 5		G 0 2 F 1/13	5 0 5
G 0 2 B 5/02			G 0 2 B 5/02	
G 0 2 F 1/133	5 5 0		G 0 2 F 1/133	5 5 0
1/1333	5 0 5		1/1333	5 0 5
1/1343			1/1343	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-12708

(22) 出願日 平成8年(1996) 1月29日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 廣田 昇一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 佐藤 秀夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 竹本 一八男

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所電子デバイス事業部内

(74) 代理人 弁理士 鶴沼 辰之

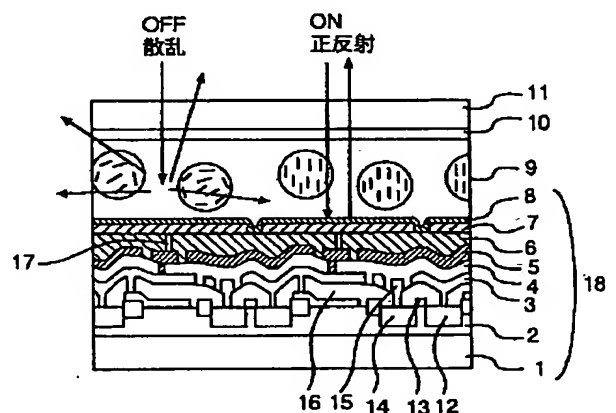
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示素子および液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 光リークによるアクティブ素子の電気容量の低下を防ぐとともに画素電極の腐食による光反射率の低下を防止した反射型液晶表示素子を提供する。

【解決手段】 アクティブマトリクス素子18と、互いに分離された複数の反射画素電極7と、液晶層9と、透明電極10を内表面に持つ対向透明基板11とを備えた反射型液晶表示素子において、反射画素電極7と液晶層9との間に、単層の誘電体膜8を設けた。単層の誘電体膜8の膜厚dは、反射画素電極7の材料の光学定数と誘電体膜8の光学定数と比視感度とに応じて決めた。反射画素電極7の反射率を損なわず、画素電極7の腐食などの劣化を防止できる。単層の誘電体膜8は構造が単純であり、液晶表示素子を容易かつ安価に製造できる。誘電体膜8の膜厚dが液晶層9の厚さに比べて十分薄く、誘電体膜8の容量分担による液晶層9への駆動電圧の低下が少ない。



- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 1 シリコン基板        | 9 高分子分散型液晶       |
| 2 p型ウェル         | 10 透明電極          |
| 3 ソース電極         | 11 ガラス基板         |
| 4 第2スピニングガラス絶縁層 | 12 ソース拡散層        |
| 5 遮光配線層         | 13 ポリシリコンゲート     |
| 6 酸化シリコン層       | 14 ドレイン拡散層       |
| 7 反射画素電極        | 15 ドレイン電極        |
| 8 誘電体膜          | 16 第1スピニングガラス絶縁層 |
|                 | 17 スルーホールコンタクト   |
|                 | 18 アクティブマトリクス素子  |

(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶層と、互いに分離された複数の反射画素電極と、前記複数の反射画素電極を介して前記液晶層に駆動電圧を印加するアクティブマトリクス素子と、前記反射画素電極に対向する透明電極を形成された対向透明基板とを含む反射型液晶表示素子において、前記反射画素電極と前記液晶層との間に単層の誘電体膜を設けたことを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項2】 請求項1に記載の反射型液晶表示素子において、前記液晶層および前記誘電体膜を積層した反射画素電極の反射スペクトルと比視感度曲線との両者の波長毎の積を求め、前記反射型液晶表示素子への入射光の波長領域全域に亘り積分して白色光の反射率を求め、前記誘電体膜の膜厚を変化させて前記白色光の反射率の誘電体膜厚依存性を求め、前記誘電体膜の膜厚を、前記白色光の反射率を極大にする膜厚としたことを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項3】 請求項1または2に記載の反射型液晶表示装置において、前記誘電体膜の膜厚が、膜厚を0から増大させたときの前記白色光の反射率の第一極大に相当する膜厚であることを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれか一項に記載の反射型液晶表示装置において、前記誘電体膜が、窒化シリコン膜であり、前記窒化シリコン膜の膜厚が、80nmないし170nmの範囲内にあることを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項5】 請求項1ないし3のいずれか一項に記載の反射型液晶表示装置において、前記誘電体膜が、窒化シリコン膜であり、前記窒化シリコン膜の膜厚が、125nmであることを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項6】 白色光を発生する光源と、前記白色光を赤、緑、青の三原色に分離する色分離素子と、前記白色光の反射率を極大にする膜厚の単層の誘電体膜を反射画素電極と液晶層との間に備え分離された各原色光をそれぞれ光変調して画像情報を与える複数の反射型液晶表示素子と、変調された光をスクリーンに投射する投射レンズ系とからなる液晶表示装置。

【請求項7】 白色光を発生する光源と、前記白色光を赤、緑、青の三原色に分離する色分離素子と、各原色光の反射率を極大にする膜厚の単層の誘電体膜を反射画素電極と液晶層との間に備え分離された各原色光をそれぞれ光変調して画像情報を与える複数の反射型液晶表示素子と、

変調された光をスクリーンに投射する投射レンズ系とからなる液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反射型液晶表示素子およびこの素子を用いる液晶表示装置に係り、特に、アクティブマトリクス方式の反射型液晶表示素子において、反射画素電極の反射率を維持しながら、この反射画素電極の劣化を防止する手段に関する。

## 10 【0002】

【従来の技術】従来の反射型液晶表示素子を用いる反射型液晶表示装置は、例えば、特開平4-178625号公報に記載されている。

【0003】図7は、従来の反射型液晶表示素子の構造の一例を示す断面図である。従来の反射型液晶表示素子においては、アクティブマトリクス素子18からの電圧は、画素電極32に印加される。画素電極32と液晶層9とを分離するとともに、アクティブマトリクス素子18の表面を平坦にするために、画素電極32と液晶層9との間に、誘電体層33と誘電体ミラー34とが設けられている。誘電体ミラー34は、誘電体多層膜からなる。このように画素電極32と液晶層9とを分離すると、画素電極32に使用できる材料への制限が緩和される。

【0004】一般に、反射型液晶表示素子の画素電極に金属を用いて反射面とした場合は、液晶と直接に接する界面で金属面が腐食し、画素電極の反射率が低下するという問題があった。また、この腐食につれて、液晶が劣化し、面内輝度むらや色むらを生じるという問題もあった。

【0005】金属の画素電極を反射面として用いる代わりに、上記従来例のように誘電体ミラー34を反射面として使い、画素電極32と液晶層9を空間的に分離すると、これらの問題が、一応解決される。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、誘電体ミラーを備えた従来の反射型液晶表示装置には、依然として、以下のような問題があった。

【0007】誘電体ミラー34は、二酸化チタンと二酸化シリコンのように屈折率の異なる物質の薄膜を交互に重ね合わせた多層膜として形成される。この多層膜の層数を増加させるほど、誘電体ミラー34による反射率は増加するが、多層膜の層数の増加は、電気的容量の低下を伴う。

【0008】また、誘電体ミラー34から漏れて透過した光は、誘電体ミラー34と画素電極32との間に形成され平坦にされた可視光吸収率の高い誘電体層33に吸収される構造になっている。

【0009】このように、従来技術においては、画素電極32上に形成された誘電体層33と液晶9との間に、

50

(3)

3

誘電体ミラー34を配置しており、液晶層9を介して画素電極32とこれに対向する透明電極10との間に印加した電圧が、誘電体ミラー34にも分担して印加されるために、液晶9への実効印加電圧が低下し、液晶素子の駆動が困難になる。

【0010】さらに、画素電極32の隙間から漏れた光が、アクティブマトリクス素子18などの回路部に侵入すると、保持容量から電荷が流出して、いわゆる光リークが生ずる。この光リークを防止する誘電体ミラー34の反射の効果と、液晶9への実効印加電圧の低下の弊害とは、いわゆるトレードオフの関係にある。

【0011】しかし、上記従来技術では、このトレードオフの関係が、考慮されていなかった。また、誘電体多層膜を形成する工程は複雑であり、反射型液晶表示素子のコストアップの原因になる。反射画素電極と液晶層とを空間的に分離するための保護膜は必須であるが、この保護膜による反射画素電極の反射率の低下は避けなければならない。

【0012】本発明の目的は、光リークによる電気容量の低下を防ぐとともに画素電極の腐食による反射率の低下を防止する手段を備えた反射型液晶表示素子を提供することである。

【0013】本発明の他の目的は、光リークによる電気容量の低下を防ぐとともに画素電極の腐食による反射率の低下を防止した反射型液晶表示素子を用いる液晶表示装置を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、液晶層と、互いに分離された複数の反射画素電極と、複数の反射画素電極を介して液晶層に駆動電圧を印加するアクティブマトリクス素子と、反射画素電極に対向する透明電極を形成された対向透明基板とを含む反射型液晶表示素子において、反射画素電極と液晶層との間に単層の誘電体膜を設けた反射型液晶表示素子を提案するものである。

【0015】前記誘電体膜の膜厚は、液晶層および誘電体膜を積層した反射画素電極の反射スペクトルと比視感度曲線との両者の波長毎の積を求め、反射型液晶表示素子への入射光の波長領域全域に亘り積分して白色光の反射率を求め、誘電体膜の膜厚を変化させて白色光の反射率の誘電体膜厚依存性を求め、白色光の反射率を極大にする膜厚とする。

【0016】前記誘電体膜の膜厚は、膜厚を0から増大させたときの白色光の反射率の第一極大に相当する膜厚 \*

4

\*とすることが、望ましい。

【0017】前記誘電体膜が、窒化シリコン膜である場合は、窒化シリコン膜の膜厚は、80nmないし170nmの範囲内にあり、125nmが、最適である。

【0018】本発明は、上記他の目的を達成するために、白色光を発生する光源と、白色光を赤、緑、青の三原色に分離する色分離素子と、白色光の反射率を極大にする膜厚の単層の誘電体膜を反射画素電極と液晶層との間に備え分離された各原色光をそれぞれ光変調して画像情報を与える複数の反射型液晶表示素子と、変調された光をスクリーンに投射する投射レンズ系とからなる液晶表示装置を提案するものである。

【0019】本発明は、また、上記他の目的を達成するために、白色光を発生する光源と、白色光を赤、緑、青の三原色に分離する色分離素子と、各原色光の反射率を極大にする膜厚の単層の誘電体膜を反射画素電極と液晶層との間に備え分離された各原色光をそれぞれ光変調して画像情報を与える複数の反射型液晶表示素子と、変調された光をスクリーンに投射する投射レンズ系とからなる液晶表示装置を提案するものである。

【0020】本発明においては、図1に示すように、反射画素電極7と液晶9とを単層の誘電体膜8により空間的に分離するので、反射画素電極7と液晶9とが接する場合に生じていた反射画素電極7の腐食による反射率の低下や液晶9の特性の劣化が発生せず、反射型液晶表示素子の信頼性が高まる。

【0021】反射型液晶表示素子を画像表示素子として用いる場合、可視光領域において良好な反射特性を有することが望ましい。そこで、本発明では、入射光強度の波長分散と各波長毎の反射率と人間の比視感度曲線との組合せから求められる白色光の反射率が最も高くなる膜厚に誘電体膜8の膜厚dを設定した。

【0022】ここで、誘電体膜9の好適な膜厚dを求める過程を説明する。液晶の屈折率を $n_1$ 、誘電体膜8の屈折率を $n_2$ 、反射画素電極7の複素屈折率を屈折率を $n_3$ 、消衰係数を $k_3$ として $\hat{n}_3 = n_3 + i k_3$ とおくと、反射画素電極7に垂直に入射する照射光に対する反射型液晶表示素子の反射率Rは、波長を $\lambda$ として、次のように表される。ただし、個々のパラメータは、数式2～数式5に示す通りである。数式1から数式5により、反射型液晶表示素子の反射率の波長依存性が得らる。

【0023】

【数1】

$$R(\lambda) = \frac{r_{12}^2 + \rho_{23}^2 + 2r_{12}\rho_{23} \cos(\phi_{23} + 2\beta)}{1 + r_{12}^2 \rho_{23}^2 + 2r_{12}\rho_{23} \cos(\phi_{23} + 2\beta)} \quad (1)$$

【0024】

【数2】

$$r_{12} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \quad (2)$$

(4)

5

【0025】

\* \* 【数3】

$$\rho_{23} = \left( \frac{(n_2 - n_3)^2 + k_3^2}{(n_2 + n_3)^2 + k_3^2} \right)^{1/2} \quad (3)$$

【0026】

【数4】

$$\tan \phi_{23} = \frac{2k_3n_2}{n_3^2 + k_3^2 - n_2^2} \quad (4)$$

【0027】

【数5】

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} n_2 d \quad (5)$$

$$R_a(d) = \frac{\int_G R(\lambda) V(\lambda) I(\lambda) d\lambda}{\int_G V(\lambda) I(\lambda) d\lambda} \quad (6)$$

【0030】誘電体膜8の膜厚dを0nmから増加させていくと、誘電体膜8および液晶9の界面での反射光と誘電体膜8および画素電極7の界面での反射光との干渉効果により、得られた白色光の反射率Ra(d)は、低下するが、さらに膜厚dを増加させると、やがて上昇し、極大となる。さらに膜厚dを増加させると、再び白色光の反射率Ra(d)は減少するが、また膜厚dを増加させると、反射率Ra(d)は再び上昇する。このように誘電体膜8の膜厚dの増加に伴い、白色光の反射率Ra(d)は、増減を繰り返す。

【0031】上記の干渉効果に寄与する項は、数式1におけるcosineの項であり、具体的には数式5に示すβである。可視光の波長λの領域は、380nmから700nm程度すなわち380nm<λ<700nmである。また誘電体膜8の屈折率n<sub>2</sub>は、1.5から2.0程度である。

【0032】したがって、d≪λの場合には、可視光領域でのβの変動幅Δβは、2π以下であり、図3の左に示すように、反射率R(λ)が増減する波長間隔は、可視光領域の波長幅と同程度となる。反射率R(λ)の極大波長と比視感度曲線の極大波長とを一致させると、白色光の反射率Ra(d)を高めることが可能になる。

【0033】一方、d≫λでは、Δβ≫2π・n<sub>2</sub>となり、数式1のcosineの項が波長の僅かな変化により大きく変化するが、したがって、反射率R(λ)が増減する波長間隔が狭くなり、図3の右に示すように、可視光領域内で、反射率R(λ)は、増減を多数回繰り返すこととなる。

【0034】したがって、反射率R(λ)のスペクトルおよび比視感度曲線(図2)の波長毎の積をとり、反射型液晶表示素子への入射光の全波長領域に亘り積分して求め

6

【0028】さらに、図2に示した人間の比視感度特性曲線V(λ)および入射光強度の波長分布I(λ)を用いて、数式6により、反射型液晶表示素子の白色光の反射率における誘電体膜8の膜厚依存性Ra(d)を求める。ただし、Gは、反射型液晶表示素子の入射光の波長領域全域に亘り積分することを意味する。

【0029】

【数6】

られる白色光の反射率Ra(d)は、その振幅の中心値に平均化され、誘電体膜8の膜厚が入射光の波長に比べて十分厚い場合の反射率に漸近する。すなわち白色光の反射率Ra(d)の増減の幅は、誘電体膜8の膜厚dを増加させると小さくなる。

【0035】通常、保護膜として十分な膜厚の領域は、数10nm以上であるが、この領域において、白色光の反射率Ra(d)が、誘電体膜8の膜厚dが入射光の波長に比べて十分厚い場合の反射率よりも高いのは、白色光の反射率Ra(d)が極大になるときの膜厚領域である。

【0036】特に、膜厚dを0から増加させたときの最初の極大値(第1極大値)は、干渉効果により、誘電体膜8を塗布しない場合の白色光の反射率と同等の値を示すために、第1極大値に対応した膜厚dが、誘電体膜8の膜厚として最も好適である。

【0037】誘電体膜8は、単層膜なので、構造が単純であり、反射型液晶表示素子を容易かつ安価に製造できる。また、誘電体膜8の膜厚は、投射光の波長程度であるため、液晶9に比べ十分薄く、誘電体膜8への容量分担による液晶駆動電圧の低下が少ない。

【0038】

【発明の実施の形態】次に、図1～図6を参照して、本発明による反射型液晶表示素子および液晶表示装置の実施例を説明する。

【0039】図1は、本発明による反射型液晶表示素子の一実施例の構造を示す断面図である。本実施例の反射型液晶表示素子は、アクティブマトリクス素子18を形成したモノリシック集積回路基板を反射基板として用い、この反射基板と透明電極10を有するガラス基板11との間に、高分子分散型液晶9を挟持した構成となっている。高分子分散型液晶9は、電圧を印加しないとき

(5)

7

は散乱状態にあり、印加電圧の増加に従い散乱性が減少し、透過状態に変化する特性を持つ。高分子分散型液晶9は、偏光膜および配向膜が不要であり、光利用効率の良い液晶である。

【0040】反射基板は、シリコン基板1に、液晶駆動用のアクティブ素子として、MOS (Metal Oxide Semiconductor) トランジスタを形成してある。すなわち、シリコン基板1のp型ウェル2の上に、ソース拡散層12と、ソース電極3と、ドレイン拡散層14と、ドレイン電極15と、ポリシリコンゲート13などからMOSトランジスタが形成されている。また、層間絶縁のために、第1スピニングガラス絶縁層16を設けてある。さらに、MOSトランジスタ層への光の侵入を防止するため、第2スピニングガラス絶縁層4を介して、遮光配線層5を設けてある。遮光配線層5を設ける構造の例は、例えば特開平6-194690号公報に既に記載されており、光リークへの対策には、これで十分である。

【0041】反射画素電極7の材料としては、可視光領域での反射率が良好な金属が好ましく、アルミニウムや銀が、候補として挙げられる。ここでは、反射画素電極7の材料として、アルミニウムを用いた例について説明する。

【0042】反射画素電極7は、平坦な面上に形成したほうが、安定な膜を形成でき、しかも良好な反射特性が得られる。そこで、反射画素電極7の下地として設ける酸化シリコン層6は、表面研磨により、平坦にしておくことが望ましい。

【0043】MOSトランジスタで制御された電気信号は、スルーホールコンタクト17を経て、反射画素電極7に与えられ、対向する透明電極10との間の高分子分散型液晶9に駆動電圧を印加する。

【0044】反射画素電極7と高分子分散型液晶9との間に保護膜として設けられる誘電体膜8に求められる特性は、良好な絶縁性を有すること、可視光領域で良好な透過特性を示すこと、誘電率が大きいこと、形成が容易であることなどである。

【0045】これらの条件を満たす材料のひとつとして窒化シリコンが挙げられる。窒化シリコンは、可視光領域において吸収がなく、非常に良好な透過特性を示し、層間絶縁膜として半導体プロセス上よく用いられる材料である。また、窒化シリコンの誘電率は、約9と高く、高分子分散型液晶9の誘電率と同等である。さらに、窒化シリコン膜の透水性は、酸化シリコン膜などに比べ小さく、金属画素電極7の保護膜としては、好適な材料である。

【0046】窒化シリコン膜8の成膜方法としては、プラズマ化学気相堆積(プラズマCVD)法、電子サイクロトロン共鳴-化学的気相堆積(ECR-CVD)法、スパッタ法などが挙げられる。

【0047】本実施例においては、半導体プロセス上よ

8

く使用されるプラズマCVD法を用いているが、他の2方法でも、同等の特性を示す窒化シリコン膜8を成膜できる。

【0048】図4は、誘電体膜8の材料として窒化シリコンを用い、比視感度を考慮した本実施例の反射型液晶表示素子における白色光反射率の窒化シリコン膜厚依存性の計算値である。ここでは、反射画素電極7の材料としてアルミニウムを用い、液晶の屈折率を1.5と仮定した。

10 【0049】図4によれば、膜厚が増加するにつれて、反射率の増減がみられる。反射率のピーク値をとる膜厚は、 $m$ を自然数、 $n$ を窒化シリコンの屈折率、 $d$ を窒化シリコン膜の膜厚、 $\lambda$ を入射光の波長として、 $nd = m\lambda/2$ によりおおまかに説明できる。課題を解決する手段において既に説明したように、反射型液晶表示素子の反射率は、比視感度を考慮して最適化される必要がある。また、アルミニウムの複素屈折率に波長依存性があると、反射率のピーク値をとる膜厚は、 $nd = m\lambda/2$ で求められる膜厚とは異なる。

20 【0050】反射率のピーク値は、窒化シリコンの膜厚が増加するにつれて減少し、やがては一定値、約85%になる。

【0051】窒化シリコンの膜厚 $d$ が十分薄い条件で、一定値85%に比べて反射率が大きい膜厚の範囲、すなわち反射率が極大となる膜厚 $d$ の範囲を求めると、膜厚 $d$ の薄い方から順に、第1極大としては80nmから170nm、第2極大としては230nmから300nmのように求られる。

30 【0052】また、0nmから30nmの領域も反射率が一定値85%より大きい、均一に成膜することが困難な膜厚であり、誘電体膜8が保護膜として機能し得る範囲外であるので、ここでは除外した。

【0053】さらに、窒化シリコンの膜厚 $d$ が増加するにつれて、反射率のピーク値が減少していくこと、および、容量分担による液晶への印加電圧が減少することを考慮に入れ、成膜条件により窒化シリコン膜の屈折率を変動することを考えると、望ましい膜厚 $d$ の範囲は、80nmから170nmとなる。中でも、白色光の反射率の極大値に対応する膜厚である125nmが最適な膜厚である。

40 【0054】次に、誘電体膜8の容量分担による液晶の印加電圧への影響について考えてみる。先にも述べたように、窒化シリコンの誘電率は、約9であり、液晶9の誘電率もこれと同等の値である。典型的な液晶9の膜厚は、約10 $\mu$ mである。したがって、窒化シリコンの容量分担による液晶の印加電圧の低下は、たかだか1%であり、液晶表示素子の表示特性への影響は、極く小さい。

50 【0055】対向電極の電圧とフレーム毎反転を行なっている画素電極の電圧の中心電圧との間に電位差が生じ



(6)

9

た場合、液晶に直流電圧が印加され、フレーム毎の輝度に明暗の差いわゆるフリッカーが生じる。

【0056】誘電体膜8は、良好な絶縁性を持ちかつ液晶9に比べて100倍程度の大きさの容量であるため、液晶9への直流電圧印加を防止するための直流成分遮断容量としての機能も果たす。したがって、誘電体膜8は、フレーム周波数の1/2周波数に同期した明滅であるフリッカーの発生を防ぐ効果がある。

【0057】図5は、本発明の反射型液晶表示素子を用いた投射型液晶表示装置の一実施例の構成を示すブロック図である。この液晶表示装置では、光源19からの出射光を放物面鏡20により平行光線とした後、コンデンサレンズ21、鏡22、第1絞り23、レンズ24を経て、ダイクロイックプリズム25に入射させる。ダイクロイックプリズム25は、入射光を赤、青、緑の三原色に色分離し、出射させる。ダイクロイックプリズム25の3つの側面には、出射光に応じて赤色用反射型液晶表示素子26、緑色用反射型液晶表示素子27、青色用反射型液晶表示素子28を配置し、各色の光を画像信号により変調する。変調された各色の反射光は、再びダイクロイックプリズム25で合成され、レンズ24、第2絞り29、投射レンズ30を経て、スクリーン31に投射される。

【0058】このとき、3つの反射型液晶表示素子26、27、28は、各画素毎に画像信号に応じて、散乱、反射の状態をとる。このうち、正反射された光は、レンズ24で第2絞り29の位置に集光され、第2絞り29を通過し、投射レンズ30を経て、スクリーン31に至る。一方、散乱された光の大部分は、第2絞り29の位置で集光されずに、ほとんど遮断され、スクリーン31には至らない。

【0059】このため、3つの反射型液晶表示素子26、27、28の散乱、反射の状態に応じて、スクリーン31上に、各色毎に明暗の状態を作り出し、カラー画像を投射できる。

【0060】以下に述べる方針により、各反射型液晶表示素子への入射光の波長領域および比視感度に対応して、赤色用反射型液晶表示素子26、緑色用反射型液晶表示素子27、青色用反射型液晶表示素子28における誘電体膜の膜厚を最適化すると、各反射型液晶表示素子の反射率がさらに高くなり、投射型液晶表示装置の明るさが、より向上する。

【0061】ここでは、一例として、反射画素電極7の材料としてアルミニウムを用いて、誘電体膜8の材料として窒化シリコンを用いた反射型液晶表示素子について説明する。赤色用反射型液晶表示素子26への入射光の波長領域を580nm以上とし、緑色用反射型液晶表示素子27への入射光の波長領域を490nmから580nmとし、青色用反射型液晶表示素子28への入射光の波長領域を490nm以下とする。

10

【0062】図6は、各々の波長領域毎に反射率 $R(d)$ を求めた結果を示す特性図である。図4に示した反射型液晶表示素子の反射率における窒化シリコン膜の膜厚が可視光領域における最適な窒化シリコン膜の膜厚125nmであるときの反射率と、各々の反射率の極大値とを比べた場合、赤色用反射型液晶表示素子26の窒化シリコン膜厚を137nmにすると、0.3%だけ反射率が増加し、緑色用反射型液晶表示素子27の窒化シリコン膜厚を120nmにすると、0.1%だけ反射率が増加し、青色用反射型液晶表示素子28の窒化シリコン膜厚を102nmにすると、1.9%だけ反射率が増加し、投射型液晶表示装置を明るくできる。

【0063】

【発明の効果】本発明によれば、反射画素電極と液晶層との間に、単層の誘電体膜を形成し、この単層の誘電体膜の膜厚を反射画素電極の材料の光学定数と単層の誘電体膜の光学定数と比視感度とに応じて決定してあるもので、画素電極の反射率を損なうことなく、画素電極の腐食などの劣化を防止できる。また、誘電体の膜厚は、液晶層の厚みに比べ十分薄く、誘電体の容量分担による液晶駆動電圧の低下が少ない。さらに、誘電体膜が単層であるため、構造が単純であり、反射型液晶表示素子を容易かつ安価に製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による反射型液晶表示素子の一実施例の構造を示す断面図である。

【図2】人間の比視感度曲線を示す特性図である。

【図3】入射光の波長 $\lambda$ と誘電体膜の膜厚 $d$ との関係を変えたときの反射率 $R(\lambda)$ の波長依存性を示す特性図である。

【図4】反射画素電極としてアルミニウムを用い、誘電体膜として窒化シリコンを使用した場合の反射型液晶表示素子の反射率の誘電体膜に対する膜厚依存性を示す特性図である。

【図5】本発明による反射型液晶表示素子を用いた液晶表示装置の一実施例の構成を示す図である。

【図6】反射画素電極としてアルミニウムを用い、誘電体膜として窒化シリコンを使用し、入射光の波長領域580nm以上を赤色とし、波長領域490nmから580nmを緑色とし、波長領域490nm以下を青色とした場合の反射型液晶表示素子の反射率の誘電体膜に対する膜厚依存性を示す特性図である。

【図7】従来の反射型液晶表示素子の構造の一例を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 p型ウェル
- 3 ソース電極
- 4 第2スピノングラス絶縁層
- 5 遮光配線層

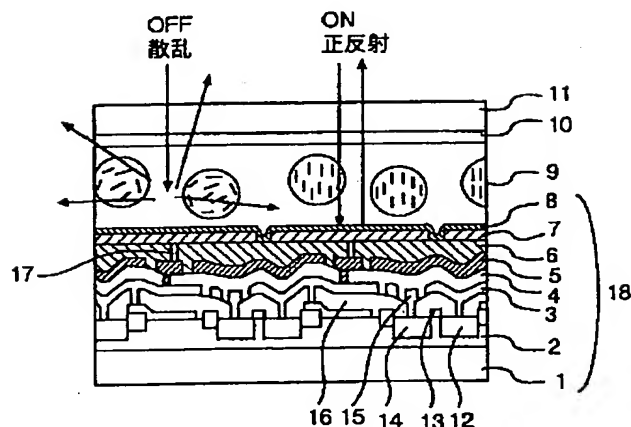


(7)

11

- 6 酸化シリコン層
- 7 反射画素電極
- 8 誘電体膜
- 9 高分子分散型液晶
- 10 透明電極
- 11 ガラス基板
- 12 ソース拡散層
- 13 ポリシリコンゲート
- 14 ドレイン拡散層
- 15 ドレイン電極
- 16 第1スピノングラス絶縁層
- 17 スルーホールコンタクト
- 18 アクティブマトリクス素子
- 19 光源
- 20 放物面鏡

【図1】

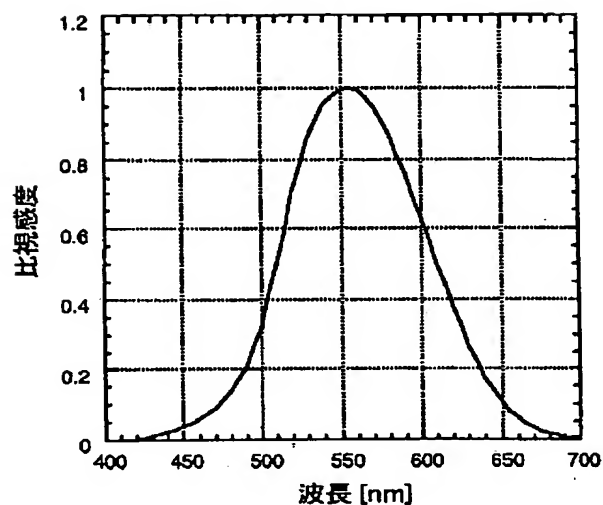


- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| 1 シリコン基板       | 9 高分子分散型液晶      |
| 2 p型ウェル        | 10 透明電極         |
| 3 ソース電極        | 11 ガラス基板        |
| 4 第2スピノングラス絶縁層 | 12 ソース拡散層       |
| 5 遮光配線層        | 13 ポリシリコンゲート    |
| 6 酸化シリコン層      | 14 ドレイン拡散層      |
| 7 反射画素電極       | 15 ドレイン電極       |
| 8 誘電体膜         | 16 第1スピノングラス絶縁層 |
|                | 17 スルーホールコンタクト  |
|                | 18 アクティブマトリクス素子 |

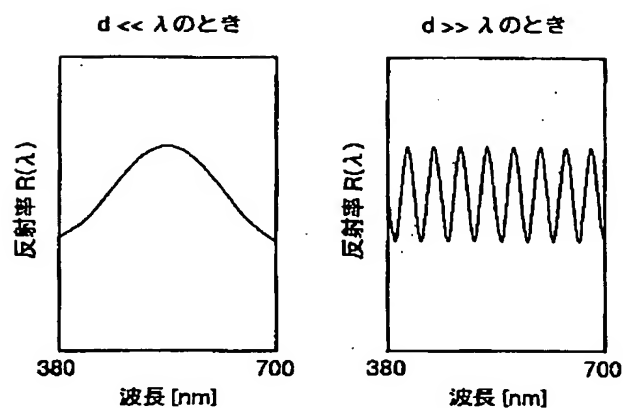
12

- 21 コンデンサレンズ
- 22 鏡
- 23 第1絞り
- 24 レンズ
- 25 クロスダイクロイックプリズム
- 26 赤色用反射型液晶表示素子
- 27 緑色用反射型液晶表示素子
- 28 青色用反射型液晶表示素子
- 29 第2絞り
- 30 投射レンズ
- 31 スクリーン
- 32 画素電極
- 33 誘電体層
- 34 誘電体ミラー

【図2】

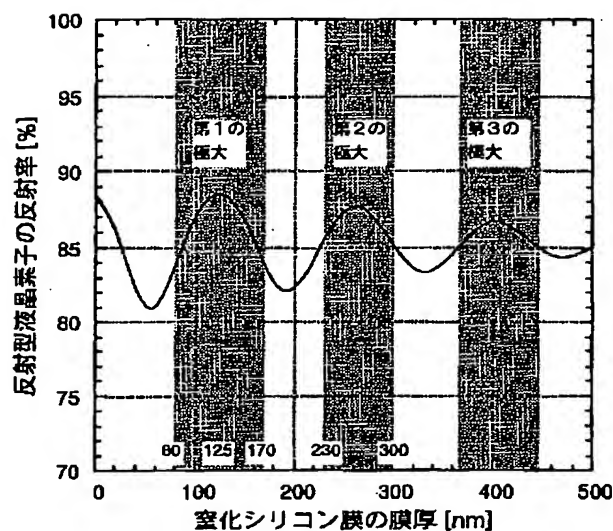


【図3】

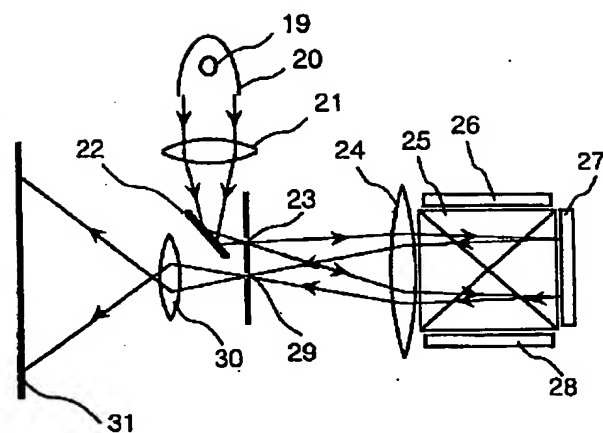


(8)

【図4】

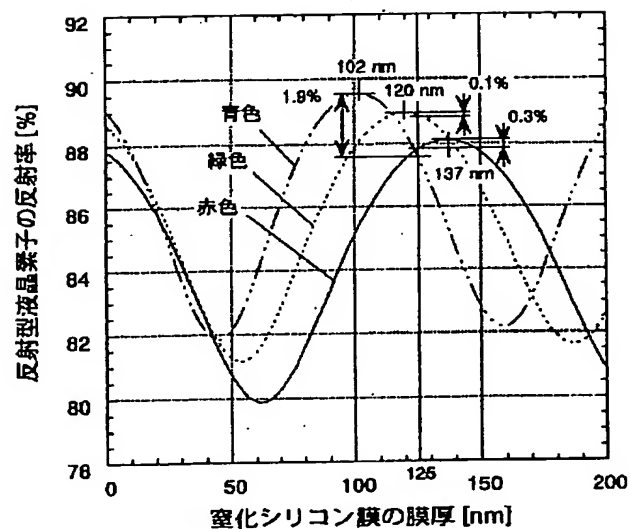


【図5】

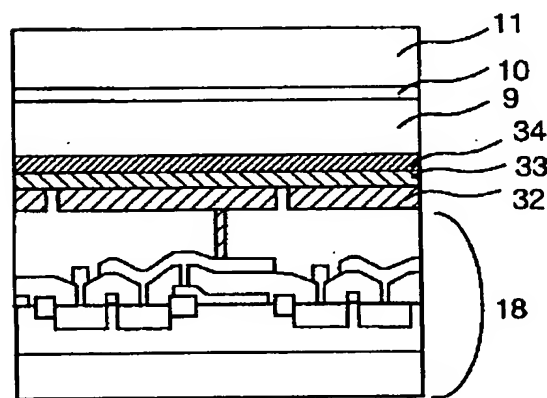


- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 19 光源             | 26 赤色用反射型液晶表示素子 |
| 20 放物面鏡           | 27 緑色用反射型液晶表示素子 |
| 21 コンデンサレンズ       | 28 青色用反射型液晶表示素子 |
| 22 鏡              | 29 第2絞り         |
| 23 第1絞り           | 30 投射レンズ        |
| 24 レンズ            | 31 スクリーン        |
| 25 クロスダイクロイックプリズム |                 |

【図6】



【図7】



- |           |
|-----------|
| 32 画素電極   |
| 33 誘電体層   |
| 34 誘電体ミラー |

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6  
G 0 3 B 33/12

識別記号 庁内整理番号

F I  
G 0 3 B 33/12

技術表示箇所

(9)

(72)発明者 斉藤 敏男  
東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立  
製作所デバイス開発センタ内